

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1017 U.S. PTO
09/925743
08/10/01


別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2000年 8月11日

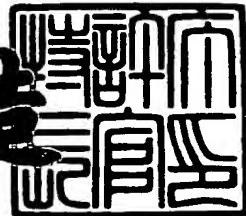
出願番号
Application Number: 特願2000-244412

出願人
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

2001年 4月13日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3029016

【書類名】 特許願
【整理番号】 H100129901
【提出日】 平成12年 8月11日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01M 15/00
F16H 61/00
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 萩原 順治
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 竹田 洋平
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 鈴木 祥一
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 寺山 哲
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 依田 公
【特許出願人】
【識別番号】 000005326
【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081972

【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋1丁目20番2号 池袋ホワイトハウスビル816号

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 豊

【電話番号】 03-5956-7220

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049836

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9106014

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用自動变速機の制御装置の開発支援装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関に接続され、变速制御アルゴリズムに従って少なくともスロットル開度および車速に基づいて油圧アクチュエータを介して前記内燃機関の出力を变速して駆動輪に伝達する車両用自動变速機の制御装置の開発支援装置において、

- a. 前記自動变速機の制御装置に接続されて前記变速制御アルゴリズムを入力し、入力値に基づいて供給油圧指令値を出力する供給油圧指令値出手段、
- b. 前記供給油圧指令値を入力し、前記自動变速機を含む系全体の動作を記述する第1のモデルに基づき、前記供給油圧指令値に応じて前記自動变速機の摩擦係合要素に生じるであろう推定実効圧力を算出する推定実効圧力算出手段
- c. 前記摩擦係合要素の動作を記述する第2のモデルに基づき、前記供給油圧指令値に応じて算出される出力が、前記推定実効圧力に一致するように前記第2のモデルの伝達関数を設定すると共に、前記伝達関数を所定のパラメータから検索自在に記憶する油圧伝達関数モデリング手段、
および
- d. 前記第1のモデルに前記第2のモデルを組み込んでなる第3のモデルに基づき、前記格納された变速アルゴリズムをシミュレートして検証・評価するシミュレーション手段、

を備えたことを特徴とする車両用自動变速機の制御装置の開発支援装置。

【請求項2】 前記第2のモデルの伝達関数が、前記摩擦係合要素の挙動を測定して得た、前記供給油圧指令値に応じて算出される出力が増加を開始する所定時間を含むことを特徴とする請求項1項記載の車両用自動变速機の制御装置の開発支援装置。

【請求項3】 前記第2のモデルが、前記供給油圧指令値が前記所定時間を超えたとき、所定値を出力する関数を備えることを特徴とする請求項2項記載の車両用自動变速機の制御装置の開発支援装置。

【請求項4】 前記所定のパラメータが、前記自動変速機の作動油温、前記摩擦係合要素の回転数、前記供給油圧指令値、および変速インターバルの少なくともいづれかであることを特徴とする請求項1項から3項のいづれかに記載の車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置に関し、具体的には変速制御アルゴリズムをシミュレートして検証・評価する開発支援装置（シミュレータ）に関する。

【0002】

【従来の技術】

車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置、より具体的にはシミュレータとして、5速プラネタリ式自動変速機を対象にその油圧挙動を解析する手法が知られている（AVEC' 94。1994年10月）。また、実車に搭載されたECU（電子制御ユニット）を組み込んだハードウェア・イン・ザ・ループ（HILS）と呼ばれるシミュレータを用いて行う手法も、知られている（社団法人自動車技術会 学術公演会前刷集983、1998年5月）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、変速制御アルゴリズムを検証するシミュレータは種々提案されている。しかしながら、自動変速機のクラッチ（摩擦係合要素）のクリアランスには作動油と空気が混在してデッドボリュームになっていることから、そのクラッチの無効ストローク詰めを含む挙動を精度良く解析するために約 $1 \mu\text{sec}$ 程度の刻み時間が必要となり、計算頻度が極めて頻繁となって1回の変速をシミュレートするだけでも多大な時間を要する。

【0004】

また、あるクラッチの無効ストローク詰めを含む挙動をたとえ理想的にモデル化できたとしても、クラッチ（搭載車種）が異なると、その挙動は相違する。

【0005】

かかる理由から、クラッチなどの摩擦係合要素を有する自動変速機の制御装置の変速制御アルゴリズムを変速過渡時を含めて実際の変速と同一の時間（リアルタイム）でシミュレートする開発支援装置は従来提案されていなかったのみならず、実際の変速に近い時間ででもシミュレートする開発支援装置も従来提案されていなかった。

【0006】

さらには、摩擦係合要素が異なるときも同様の時間でシミュレート可能な、汎用性に優れた車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置も、従来提案されていなかった。

【0007】

従って、この発明の目的は上記した課題を解決し、摩擦係合要素を有する自動変速機の制御装置の変速制御アルゴリズムを変速過渡時を含めて実際の変速にほぼ近い時間でシミュレートすると共に、摩擦係合要素が異なるときも同様の時間でシミュレート可能な、汎用性に優れた車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を解決するために、この発明は請求項1項にあっては、内燃機関に接続され、変速制御アルゴリズムに従って少なくともスロットル開度および車速に基づいて油圧アクチュエータを介して前記内燃機関の出力を変速して駆動輪に伝達する車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置において、前記自動変速機の制御装置に接続されて前記変速制御アルゴリズムを入力し、入力値に基づいて供給油圧指令値を出力する供給油圧指令値出力手段、前記供給油圧指令値を入力し、前記自動変速機を含む系全体の動作を記述する第1のモデルに基づき、前記供給油圧指令値に応じて前記自動変速機の摩擦係合要素に生じるであろう推定実効圧力を算出する推定実効圧力算出手段、前記摩擦係合要素の動作を記述する第2のモデルに基づき、前記供給油圧指令値に応じて算出される出力が、前記推定実効圧力に一致するように前記第2のモデルの伝達関数を設定すると共に、前記

伝達関数を所定のパラメータから検索自在に記憶する油圧伝達関数モデリング手段、および前記第1のモデルに前記第2のモデルを組み込んでなる第3のモデルに基づき、前記格納された変速アルゴリズムをシミュレートして検証・評価するシミュレーション手段を備える如く構成した。

【0009】

自動变速機を含む系全体の動作を記述する第1のモデルに基づき、供給油圧指令値に応じて前記自動变速機の摩擦係合要素に生じるであろう推定実効圧力を算出し、前記摩擦係合要素の動作を記述する第2のモデルに基づき、前記供給油圧指令値に応じて算出される出力が、前記推定実効圧力に一致するように前記第2のモデルの伝達関数を設定し、前記第1のモデルに前記第2のモデルを組み込んでなる第3のモデルに基づき、前記格納された変速アルゴリズムをシミュレートして検証・評価する如く構成した、換言すれば、非線形な挙動を示す摩擦係合要素の動作を既述する第2のモデルを、その伝達関数が第1のモデルに基づいて得た推定実効圧力に一致するように作成すれば足るようにしたので、第2のモデルは簡易な構成で足りることから、シミュレーション時間を短縮することができ、実際の变速状態にほぼ近い時間で実行することができる。

【0010】

さらに、前記伝達関数を所定のパラメータから検索自在に記憶するように構成したので、搭載車種が相違して摩擦係合要素が異なるときも、その摩擦係合要素の特性を測定して前記所定のパラメータの特性を設定し直すことで、同様の時間でシミュレートすることができて汎用性を向上させることができる。

【0011】

請求項2項にあっては、前記第2のモデルの伝達関数が、前記摩擦係合要素の挙動を測定して得た、前記供給油圧指令値に応じて算出される出力が増加を開始する所定時間を含むことを特徴とする請求項1項記載の車両用自動变速機の制御装置の開発支援装置。

【0012】

より具体的には、前記第2のモデルの伝達関数が、前記摩擦係合要素の挙動を測定して得た、前記供給指令値に応じて算出される出力が増加を開始する所定時

間を含む如く構成したので、その時間はシミュレーション手段の出力の算出を不要とすることが可能となってシミュレーション手段の負荷を低減することができ、よってシミュレーション時間を効果的に短縮することができ、実際の変速状態にほぼ近い時間で実行することができる。

【0013】

請求項3項にあっては、前記第2のモデルが、前記供給油圧指令値が前記所定時間を超えたとき、所定値を出力する関数を備える如く構成した。

【0014】

前記第2のモデルが、前記供給油圧指令値が前記所定時間を超えたとき、所定値を出力する関数を備える如く構成したので、所定時間を容易に設定することができ、よってシミュレーション時間を効果的に短縮することができ、実際の変速状態にほぼ近い時間で実行することができる。

【0015】

請求項4項にあっては、前記所定のパラメータが、前記自動変速機の作動油温、前記摩擦係合要素の回転数、前記供給油圧指令値（あるいは通電指令値）および変速インターバルの少なくともいずれかである如く構成した。

【0016】

前記所定のパラメータが、前記自動変速機の作動油温、前記摩擦係合要素の回転数、前記供給油圧指令値および変速インターバルの少なくともいずれかである如く構成したので、パラメータの特性を設定あるいは設定し直しが容易となって、汎用性を一層向上させることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に即してこの発明の一つの実施の形態に係る車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置、より具体的にはシミュレータを説明する。

【0018】

図1はその装置を全体的に示す概略図である。

【0019】

開発支援装置10は、車両12に搭載される内燃機関（エンジン）Eに接続さ

れ、変速制御アルゴリズム（量産車用制御アルゴリズム）に従って少なくともスロットル開度THHFおよび車速Vに基づいてクラッチ（摩擦係合要素。後述）などの油圧アクチュエータ（図1で図示省略。後述）を介して前記エンジンEの出力を変速して駆動輪14に伝達する自動変速機（トランスミッション）Tの制御装置の開発支援装置である。トランスミッションTは、平行軸式の前進5速後進1段の構造を備える。

【0020】

図2は、そのトランスミッションTを簡略化して前進2速について示すスケルトン図である。平行軸式にあっては、平行に配置されたメインシャフトMSとカウンタシャフトCSに、常時噛み合い型の複数個のギヤ16と、そのそれぞれに油圧式のクラッチ（摩擦係合要素。前記した油圧アクチュエータ）20が配置される構造となる。

【0021】

クランクシャフト22から取り出されたエンジントルクは、トルクコンバータ24を介してメインシャフトMSに伝達され、対応する速度段（変速段）のギヤとクラッチを介してカウンタシャフトCSと最終減速ギヤ26を経てドライブシャフト30に伝達され、さらに図1に示す駆動輪14に伝達される。

【0022】

各要素の運動方程式を同図の下部に示す。トランスミッションTでの変速は、前段クラッチを解放すると共に、次段クラッチを係合してギヤを切り換えることで行われる。その変速状態（変速過渡状態）における相ごとのメインシャフトMSとカウンタシャフトCS上での釣合い式を同図の末尾に示す。変速過渡状態は、式4と5によって表現され、ローギヤ駆動、トルク相、イナーシャ相、ハイギヤ駆動の順で進行する。

【0023】

図1の説明に戻ると、開発支援装置10は、トランスミッションTの制御装置（ECU（電子制御ユニット））32に接続されて前記変速制御アルゴリズムを入力し、入力値に基づいて供給油圧指令値QATを出力する、マイクロコンピュータからなる制御系設計ツール（供給油圧指令値出力手段）34を備える。制御

系設計ツール34は、モデルの作成（モデリング）、作成したモデルのダウンロードおよびモニタなどを行う。

【0024】

ECU32について説明すると、図示は省略するが、エンジンEおよび車両12の適宜位置には、エンジン回転数 ω_E に応じた出力を生じるクランク角センサ、エンジン負荷（吸気管内絶対圧）に応じた出力を生じる絶対圧センサ、スロットル開度THHFに応じた出力を生じるスロットル開度センサ、車速Vに応じた出力を生じる車速センサ、運転者が操作するシフトレバーの位置に応じた出力を生じるシフトレバーポジションセンサなどが設けられる。

【0025】

また、トランスミッションTにおいてメインシャフトMSの付近には回転数センサが設けられ、メインシャフトMSが1回転する度にメインシャフト回転数 ω_{MS} を示す信号を出力すると共に、カウンタシャフトCSの付近にも回転数センサが設けられてカウンタシャフトCSが1回転する度にカウンタシャフト回転数 ω_{CS} を示す信号を出力する。

【0026】

また、トランスミッションミッションTの適宜位置には温度センサが設けられ、油温（Automatic Transmission Fluid温度。作動油の温度）TATFに比例した信号を出力すると共に、ブレーキペダルにはブレーキスイッチが設けられ、ブレーキ操作が行われると、オン信号を出力する。

【0027】

ECU32は、図示しないCPU, ROM, RAM、入力回路、および出力回路からなるマイクロコンピュータから構成され、ROMに格納された変速アルゴリズムに従ってスロットル開度THHFおよび車速Vに基づいてシフト位置（ギヤあるいは速度段あるいは変速段）を決定する。

【0028】

そして、ECU32は、クラッチ20に接続される油圧回路（後述）に配置されたリニアソレノイドおよびシフトソレノイドを励磁／非励磁して決定した変速段（シフト位置）となるように変速を制御する。

【0029】

尚、この発明の特徴は ECU32 が行う変速制御動作にあるのではなく、ECU32 の変速制御動作を検証・評価する開発支援装置 10 にあるので、ECU32 が行う変速制御の説明はこの程度に止める。

【0030】

また、開発支援装置 10 は、前記供給油圧指令値 QAT を入力し、変速過渡シミュレーションモデル（第 1 のモデル）に基づき、前記供給油圧指令値 QAT に応じてトランスミッション T のクラッチ 20 に生じるであろう推定クラッチ実効圧（推定実効圧力）を算出する第 1 のシミュレータ（実効圧力算出手段） 36 を備える。

【0031】

第 1 のシミュレータ 36 もマイクロコンピュータからなり、ECU32 に比較すると、整数演算で約 10 倍以上の高速計算処理能力を備える。

【0032】

図示の構成において、制御系設計ツール 34 は第 1 のシミュレータ 36 を介して ECU32 に接続される。具体的には、ECU32 と第 1 のシミュレータ 36 の間にはデュアルポートラム 38 が配置され、ECU32 と第 1 のシミュレータ 36 の間の通信（割り込み）を実行する。第 1 のシミュレータ 36 は制御系設計ツール 34 からモデルを入力し、デュアルポートラム 38 を介して ECU32 と 10 msec ごとに通信する。

【0033】

より具体的には、10 msec ごとに、図 3 に示す如く、制御系設計ツール 34 は ECU32 から変速信号 QAT NUM (n 速へのアップあるいはダウンシフト指令)、スロットル開度 THHF およびエンジン回転数 ω_E を入力（受信）入力し、それらに基づいて供給油圧指令値 QAT を算出して ECU32 に出力（送信）する。

【0034】

ECU32 は、入力した供給油圧指令値 QAT に基づき、前記したようにクラッチ 20 を励磁・非励磁して駆動するリニアソレノイド（電磁ソレノイド）への

通電指令値を算出する。以下、この通電指令値を「I A C T」という。

【0035】

供給油圧指令値Q A Tは、より詳しくはON（係合）側供給油圧指令値Q A T_{ON}およびOFF（解放）側供給油圧指令値Q A T_{OFF}からなる。図4にQ A T_{ON}を、図5にQ A T_{OFF}を示す。かかる供給油圧指令値が時間軸に沿って出力される。

【0036】

図1に示す構成において、第1のシミュレータ36は、制御系設計ツール34からECU32を介して間接的に出力される供給油圧指令値Q A Tを入力し、テスト用変速制御アルゴリズムに基づいて計測し、計測が終了した後、オフラインで変速過渡シミュレータモデル（第1のモデル。後述）に基づき、供給油圧指令値Q A T（より具体的には通電指令値I A C T）に応じてクラッチ20に生じるであろう推定クラッチ実効圧（推定実効圧力）を算出する。

【0037】

さらに、開発支援装置10は、クラッチの動作を記述する第2のモデル（簡易油圧モデル。後述）に基づき、前記供給油圧指令値Q A T、より具体的には前記ECU32が出力するリニアソレノイドへの通電指令値I A C Tを入力し、前記入力値に応じて算出される出力が、クラッチ20の挙動を測定して得た所定時間（伝達関数） α_1 経過後に増加を開始しつつ前記推定実効圧力（推定クラッチ圧）に一致するように前記第2のモデルのゲイン（伝達関数） α_2 を設定すると共に、前記測定して得た所定時間 α_1 およびゲイン α_2 を所定のパラメータから検索自在に記憶する油圧伝達関数モデリング手段としても機能する。

【0038】

さらに、開発支援装置10は、前記第1のモデルに前記第2のモデルを組み込んでなる第3のモデル（後述）に基づき、前記格納された変速アルゴリズムを実時間でシミュレートして検証・評価する第2のシミュレータ40を備える。

【0039】

第2のシミュレータ40もマイクロコンピュータからなると共に、前記したH I L Sとして構成される。第2のシミュレータ40は、ECU32と比較すると

、整数演算で約100倍以上の高速計算処理能力を有する。

【0040】

第2のシミュレータ40は、入出力インターフェース42を介してECU32に接続される。ECU32に格納された変速制御アルゴリズムは、入出力インターフェース42を介して第2のシミュレータ40に入力され、そのメモリ（図示せず）に格納される。

【0041】

入出力インターフェース42はリニアソレノイド疑似信号およびシフトソレノイド疑似信号を生成し、第2のシミュレータ40に出力する。これらの疑似信号は、後述するシミュレーションにおいてクラッチ20などの油圧アクチュエータを動作させるための信号である。

【0042】

第2のシミュレータ40はこれらの疑似信号（およびスロットル開度THHFおよび車速Vなどの疑似信号）に基づき、格納された変速制御アルゴリズムに従って第3のモデルを用いて所定の計算処理周期ごとにそれらモデルの出力（例えばドライブシャフトトルクTDS、エンジン回転数ωE、クラッチ油圧PCLなど）を計算し、格納された変速制御アルゴリズムを検証あるいは評価すると共に、その出力（および検証あるいは評価の結果）をディスプレイ（図示せず）を通じて表示する。

【0043】

尚、図1で、符合44は、上記したモデルの作成、第2のシミュレータ40へのダウンロードおよびシミュレーション情報などの設定などを行うホストコンピュータを示す。

【0044】

以下、図6フロー・チャートを参照して上記した構成および動作をさらに説明する。

【0045】

先ず、S10において実機テスト準備を行う。これは具体的には、ホストコンピュータ44を用いてテスト用制御モデル、より具体的にはトランスマッショ

Tの前記したクラッチ20などの油圧アクチュエータの油圧回路の挙動を示す油圧回路設計モデルを作成することで行う。

【0046】

図7は、その油圧回路設計モデルの構成を部分的に示すブロック図である。トランスマッision Tは前記したように平行軸方式の前進5速後進1段の構造を備え、従って速度段ごとにクラッチを備えるが、同図は、そのうちの1個のクラッチ（例えば3速用クラッチ）20についてのモデルである。

【0047】

概説すると、オイルポンプ46でリザーバ（図示せず）から汲み上げられた作動油（オイル。ATF）は、レギュレータバルブ50で所定の高圧に調圧され、アクチュエータ52およびオリフィス54を介して前記したクラッチ20に供給される。レギュレータバルブ50とクラッチ20を接続する油路56にはシフトバルブ60と、前記したリニアソレノイド（符合62で示す）が介挿され、クラッチ20への供給油圧を調整する。

【0048】

図6の説明に戻ると、次いでS12に進み、実機テストを行う。これは具体的には、図4を参照しつつ説明した制御仕様を用い、図1に関して既述したECU32、制御系設計ツール34および第1のシミュレータ36からなるシステムにおいて、ECU32が入力した供給油圧指令値QAT（より具体的にはQATO-NおよびQATOFF）に基づいて出力した、クラッチ20を駆動するリニアソレノイド62への通電指令値IACtに基づいて変速時の油圧波形を実機テスト結果として得ることを意味する。即ち、車両12の事象を把握する。図8にその実機テスト結果を示す。

【0049】

図6フロー・チャートにおいては次いでS14に進み、その実機テスト結果を解析する。これは具体的には、第1のシミュレータ36において、変速過渡シミュレーションモデル（第1のモデル）を用い、供給油圧指令値QAT（あるいはIACt）に応じてトランスマッision Tのクラッチ20に生じるであろう前記した推定クラッチ実効圧を算出する作業を意味する。

【0050】

図9は、その変速過渡シミュレーションモデルの詳細を示すブロック図である。

【0051】

図2に示した平行軸式のトランスミッションTの運動方程式を前提とし、エンジンEから車両（車体系）12までの系全体をモデル化すると、図9に示すようになる。図9において、「Engine」はエンジンEの挙動を記述するモデル、「Torque converter」はトルクコンバータ24の挙動を記述するモデル、「Transmission」はトランスミッションTの挙動を記述するモデル、「Vehicle」は車両12の挙動を記述する車体系モデル、および「Hydraulic circuit」は図7に部分的に示した油圧回路設計モデルである。

【0052】

図9においてエンジンモデルの出力トルクTEは、トルクコンバータモデルで変換されてトランスミッションモデルに入力される。トランスミッションモデルの出力ドライブシャフトトルクTDSは、車体系モデルに入力される。車体系モデルは、ドライブシャフト回転数 ω_V （車速V相当値）を出力する。

【0053】

トランスミッションモデルは、ドライブシャフト回転数 ω_V を入力してメインシャフト回転数 ω_MS を出力する。出力値はトルクコンバータモデルで変換され、エンジン回転数 ω_E （NE相当値）をエンジンモデルに出力する。また、エンジントルクTEは、トルクコンバータモデルを介してメインシャフトトルクTM_Sに変換される。

【0054】

先に述べたように、変速過渡状態は式4と5によって表現されるが、その変速過渡状態において運転者が感じる変速ショックとは、図9末尾の式7に示される車両前後方向加速度の変化である。変速過渡状態では車速変化が小さいため、走行抵抗は一定とみなせることから、変速ショックはドライブシャフトトルクTDSに比例する。

【0055】

尚、かかる変速過渡シミュレーションモデルの詳細およびそれを用いたシミュレーションについては、本出願人が先に提案した出願（特願2000-070580号）に詳細に記載されているので、説明はこの程度に止める。

【0056】

図6フロー・チャートのS14においては、図2に示す式8から15に基づき、車両10のドライブシャフトトルクTDS、油圧および回転数からクラッチ実効圧PCLを逆算して推定する。

【0057】

具体的には、図10（図4の一部に相当）に示すように、供給油圧指令値QATを入力し、式8などに基づき、図11に示す如く、それによってクラッチ20（例えば3速用）に生じるであろうと推定される推定クラッチ実効圧（図11（a）。推定実効圧力。推定値も含めて以下「PCL」という）と推定ドライブシャフトトルクTDS（図11（b））のテスト結果を得る。

【0058】

より具体的には、図10に示すように、棚圧指令値長さを固定しつつ棚圧指令値値を変えた供給油圧指令値QATを複数個入力し、それによって、図11に示すような実車運転中に得られるであろうと推定クラッチ実効圧とドライブシャフトトルクTDSを得る。

【0059】

図6フロー・チャートの説明に戻ると、次いでS16に進み、油圧伝達関数モデリングを行う。具体的には、簡易油圧モデルを作成すると共に、入力値（供給油圧指令値QATに対応する通電指令値IAC）が出力値（推定クラッチ実効圧）PCLに一致するように、簡易油圧モデルの伝達関数（所定時間（無効ストローカ詰め作業に相当する準備時間） α_1 およびゲイン α_2 ）を決定する。

【0060】

より具体的には、入力値に応じて算出される出力が、クラッチ20の挙動を測定して得た所定時間 α_1 経過後に増加を開始しつつ、推定クラッチ実効圧PCLに一致するように簡易油圧モデルのゲイン α_2 を設定すると共に、測定して得た

所定時間 α_1 およびゲイン α_2 を所定のパラメータから検索自在に記憶する。

【0061】

それについて説明すると、先にも述べたように、クラッチ20のクリアランスには作動油と空気が混在してデッドボリュームになっていることから、変速開始直後の無効ストローク詰めにおける供給油圧指令値に対する油圧応答性が悪く、油圧応答特性のデータ設定に多大な時間を要すると共に、シミュレーション時間の短縮化の障害となっていた。即ち、精度良くシミュレーションを行うには高精度モデルを用いて第2のシミュレータ40で演算する必要があるが、第2のシミュレータ40の演算能力には限界がある。

【0062】

そこで、この実施の形態においては、クラッチ20のデッドボリューム内の作動油量を実際に測定するようにした。図12に測定結果を示す。同図はクラッチ回転数NCLが2000 rpmのときの測定結果である。さらに、その測定結果に基づき、図13に示すような、クラッチの挙動を記述する簡易油圧モデルを作成した。

【0063】

即ち、簡易油圧モデルのバックアップデータとして図12の結果を利用した。図12において、オイル（作動油）充填半径32.5 mm付近がON（オン）係合時の油圧0.13 MPa付近）、オイルが満たされる状態を示す。この油圧がON（立ち上がり）を開始してから満たされるまでの時間に基づいて伝達関数を決定するようにした。尚、OFF（オフ）側では、t2が油圧が立ち下がり始めてから空になるまでの時間を示す。

【0064】

図14は、簡易油圧モデルの伝達関数決定処理を示すサブルーチン・フロー・チャートである。

【0065】

以下説明すると、S100において検出されたスロットル開度THHF、変速段（ギヤ）、油温TATF（あるいは変速インターバル）、供給油圧指令値QA T、およびクラッチ回転数NCLを読み込む。変速インターバルは、前回と今回

の変速信号の時間間隔から算出される。尚、供給油圧指令値QATに代え、通電指令値IAC(T)を用いても良い。

【0066】

次いでS102に進み、これらのパラメータからMAP(マップ)を検索して所定時間 α_1 を算出する。

【0067】

図15a(a)はそのマップの特性を示す説明図であり、図示の如く、所定時間 α_1 は、クラッチ回転数NCL(1000rpmごと)に応じて油温TATFと供給油圧指令値QATに対して設定される。

【0068】

尚、同図(b)に示す如く、所定時間 α_1 は、油温TATFに代えて変速インターバルなどに対して設定しても良い。尚、所定時間 α_1 は前記したように、無効ストローク詰め相当時間であり、クラッチ20のデッドボリューム内の作動油量を計測して得られた時間である。

【0069】

次いでS104に進み、通電指令値IAC(T)が所定値IREFを超えるか否か判断する。所定値IREFは、クラッチ20のリターンスプリングのセット荷重相当値(1kgf/cm^2)に設定される。

【0070】

次いでS106に進み、TIMER(タイマ。アップカウンタ)をスタートさせて時間計測を開始し、S108に進み、TIMERの値が所定時間 α_1 を超えたか否か判断し、肯定されるまで待機すると共に、肯定されるときはS110に進み、図示の式からゲイン(油圧応答性ゲイン) α_2 を用いて出力yを算出する。

【0071】

次いで、S112に進み、前記したパラメータからMAP(マップ)を検索しゲイン α_2 を算出する。

【0072】

図16(a)はそのマップの特性を示す説明図であり、図示の如く、ゲイン α

2も、クラッチ回転数NCL（1000 r p mごと）に応じて油温TATFと推定クラッチ圧PCLに対して設定される。尚、同図（b）に示す如く、伝達関数 α_2 も、油温TATFに代えて変速インターバルなどに対して設定しても良い。

【0073】

図13を参照して図14の処理を説明する。

【0074】

入力値x（通電指令値IAC T）はブロックZ1に送られ、そこで所定値IREFと比較される。図17はブロックZ1の構成を示す説明図であり、入力値xが所定値を超えると、1を出力する。出力はブロックZ2に送られて積分される。ブロックZ2は1secで1を出力する時間積分器（前記したタイマTIME R）である。

【0075】

ブロックZ2の出力はブロックZ3に送られ、所定時間 α_1 と比較される。図18はブロックZ3の構成を示す説明図であり、Z2（タイマ値）が α_1 を超えるまでは0を出力すると共に、 α_1 を超えると、1を出力する。Z3の出力は乗算段Z4に送られ、入力値xに乗算される。

【0076】

これにより、図19に示す如く、所定時間 α_1 が経過するまでは乗算段Z4の出力は零であると共に、所定時間 α_1 が経過すると、乗算段Z4は入力値xそのまま出力する。

【0077】

乗算段Z4の出力は、ゲイン調整部Z5に送られ、図示の式（S112に示す式）に基づき、ゲイン（油圧応答性ゲイン） α_2 を用いて出力（油圧出力値）yが決定される。図示の式から明らかな如く、出力yは入力xとの偏差が減少する決定される。換言すれば、出力yが推定クラッチ実効圧PCLに一致するよう簡易油圧モデルの伝達関数 α_2 が決定される。

【0078】

図20にその出力結果を示す。図示の例は、1速から2速へのアップシフトで、スロットル開度THHFが2/8開度の場合の例である。図で「簡易油圧モ

ル計算結果」と示すのは、簡易モデルを用いて得た出力 y である。また、「推定クラッチ実効圧」と示すのは、同じ入力値I A C Tを用いて実機計測した油圧やドライブシャフトトルクT D Sから推定計算したクラッチ圧である。同図から、出力（油圧出力値） y が推定クラッチ実効圧P C Lにほぼ一致しているのが見てとれよう。

【0079】

図6フロー・チャートの説明に戻ると、次いでS 1 8に進み、簡易油圧モデルを組み込んだリアルタイム変速過渡シミュレーションモデルを作成する。即ち、図9に示した変速過渡シミュレーションモデルに簡易油圧モデル（図13）を組み込んで作成する。

【0080】

図21は、そのリアルタイム変速過渡シミュレーションモデルの構成を示すブロック図である。同図で（S i m p l e H y d r a u l i c m o d e l）と示すのが、簡易油圧モデルである。尚、残余の構成は、図9に示すものと異ならない。

【0081】

次いでS 2 0に進み、図1に示す第2のシミュレータ4 0および入出力インターフェース4 2からなる構成（H I L S）を用い、作成したリアルタイム変速過渡シミュレーションモデルに従ってリアルタイムシミュレーションを実行し、E C U 3 2に格納された変速制御アルゴリズムに基づいて実機（車両12）を変速制御するとき、変速ショックが生じる否か検証・評価する。

【0082】

尚、そのリアルタイムシミュレーションの詳細は、前記したように、本出願人が先に提案した出願に記載されているため、説明を省略する。その先に提案した出願では、トランスマッショントラブルをクラッチ部と残余の部分に分けると共に、クラッチ部の計算周期（刻み時間）を、 $20 \mu\text{sec}$ を疑似的に実行するユーザーコードブロックとし、トランスマッショントラブルの残余の部分を含む、エンジンモデルなどのそれを $200 \mu\text{sec}$ とすることで、結果として刻み時間 $20 \mu\text{sec}$ によるリアルタイムシミュレーションを可能とした。

【0083】

具体的には、簡易油圧モデルを用いたことから、S20に示すシミュレーションにおいて、1回の変速（約1.5sec）をシミュレートするのに、4sec程度しか要しなかった。同一性能のCPUを用いて従来技術で提案されるモデルに従ってシミュレートすると、120sec程度かかっていたが、それに比較すると、1/30であり、格段にシミュレーション時間を短縮することが可能となつた。

【0084】

即ち、実際の変速状態（変速過渡状態。1.5sec）にほぼ近い時間でシミュレーションを実行することが可能となつた。その意味で、S18およびS20では「リアルタイム」なる表現を用いた。

【0085】

図22は、そのリアルタイム変速過渡シミュレーションで得た結果を示すデータ図である。

【0086】

同図で「SIM」はシミュレーション結果を、「実測値」はリアルタイムシミュレーションモデルで用いたのと同じECU32を実車で使用して観測した結果を示す。両者の対比から明らかな如く、実施の形態に係るリアルタイムシミュレーションは、ホストコンピュータ44を用いた場合とほぼ同様の結果を得ることができた。

【0087】

上記した如く、この実施の形態にあっては、非線形な挙動を示すクラッチの動作を既述する簡易油圧モデル（第2のモデル）を、通電指令値IACT（供給油圧指令値QAT相当値）が所定時間（伝達関数） α_1 を超えたとき、所定値を出力すると共に、ゲイン（伝達関数）ゲイン α_2 が変速過渡シミュレーションモデル（第1のモデル）に基づいて得た推定クラッチ圧に一致するように作成すれば足るようとしたので、第2のモデルは簡易な構成で足り、よってシミュレーション時間を4sec程度に短縮することができ、1.5sec程度で終了する実際の変速状態にほぼ近い時間で実行することができる。

【0088】

さらに、前記伝達関数、即ち、所定時間 α_1 およびゲイン α_2 を油温T A T Fなどの所定のパラメータから検索自在に記憶するように構成したので、搭載車種が相違してクラッチが異なるときも、そのクラッチのデッドボリュームの作動油量などを測定して前記所定時間 α_1 およびゲイン α_2 の検索に使用するパラメータの特性を設定し直すことで、同様の時間でシミュレートすることができ、よって開発支援装置としての汎用性を向上させることができる。

【0089】

さらに、所定時間 α_1 の間は第2のシミュレータ40の出力の算出を不要とすることが可能となって第2のシミュレータ40の負荷を低減することができ、よってシミュレーション時間を効果的に4secまで短縮することができ、実際の変速状態にほぼ近い時間で実行することができる。

【0090】

以上述べたように、この実施の形態においては、内燃機関（エンジンE）に接続され、変速制御アルゴリズムに従って少なくともスロットル開度T H H Fおよび車速Vに基づいて油圧アクチュエータ（クラッチ20）を介して前記内燃機関の出力を変速して駆動輪14に伝達する車両用自動変速機（トランスミッションT）の制御装置（E C U 3 2）の開発支援装置10において、前記自動変速機（トランスミッションT）の制御装置（E C U 3 2）に接続されて前記変速制御アルゴリズムを入力し、入力値Q A T N U Mなどに基づいて供給油圧指令値Q A T（Q A T O NあるいはQ A T O F F、あるいはそれに相当するリニアソレノイド62への通電指令値I A C T）を出力する供給油圧指令値出力手段（制御系設計ツール34、S10からS12）、前記供給油圧指令値Q A T（より具体的にはそれに相当するリニアソレノイド62への通電指令値I A C T）を入力し、前記自動変速機を含む系全体の動作を記述する第1のモデル（変速ショックシミュレータモデル）に基づき、前記供給油圧指令値に応じて前記自動変速機の摩擦係合要素（クラッチ20）に生じるであろう推定実効圧力（推定クラッチ圧P C L）を算出する推定実効圧力算出手段（第1のシミュレータ36、S14）、前記摩擦係合要素（クラッチ）の動作を記述する第2のモデル（簡易油圧モデル）に基

づき、前記供給油圧指令値（入力 x 、即ち、通電指令値I A C T）に応じて算出される出力 y （油圧出力値）が、前記推定実効圧力に一致するように前記第2のモデルの伝達関数（所定時間 α_1 およびゲイン α_2 ）を設定すると共に、前記伝達関数を所定のパラメータ（油温T A T Fなど）から検索自在に記憶する油圧伝達関数モデリング手段（ホストコンピュータ44，S16）、および前記第1のモデルに前記第2のモデルを組み込んでなる第3のモデル（リアルタイム変速過渡シミュレーションモデル）に基づき、前記格納された変速アルゴリズムをシミュレートして検証・評価するシミュレーション手段（第2のシミュレータ40，S18からS20）を備える如く構成した。

【0091】

また、前記第2のモデルの伝達関数が、前記摩擦係合要素の挙動を測定して得た、前記供給油圧指令値に応じて算出される出力が増加を開始する所定時間 α_1 を含む如く構成した。

【0092】

また、前記第2のモデルが、前記入力値 x が前記所定時間 α_1 を超えたとき、所定値を出力する関数（ブロックZ1からZ3）を備える如く構成した。

【0093】

また、前記所定のパラメータが、前記自動变速機の作動油温（油温T A T F）、前記摩擦係合要素の回転数（クラッチ回転数N C L）、前記供給油圧指令値Q A T（あるいはI A C T）および变速インターバルの少なくともいずれかである如く構成した。

【0094】

【発明の効果】

請求項1項にあっては、自動变速機を含む系全体の動作を記述する第1のモデルに基づき、供給油圧指令値に応じて前記自動变速機の摩擦係合要素に生じるであろう推定実効圧力を算出し、前記摩擦係合要素の動作を記述する第2のモデルに基づき、前記供給油圧指令値に応じて算出される出力が、前記推定実効圧力に一致するように前記第2のモデルの伝達関数を設定し、前記第1のモデルに前記第2のモデルを組み込んでなる第3のモデルに基づき、前記格納された変速アル

ゴリズムをシミュレートして検証・評価する如く構成した、換言すれば、非線形な挙動を示す摩擦係合要素の動作を既述する第2のモデルを、その伝達関数が第1のモデルに基づいて得た推定実効圧力に一致するように作成すれば足るようにしたので、第2のモデルは簡易な構成で足りることから、シミュレーション時間を短縮することができ、実際の変速状態にほぼ近い時間で実行することができる。

【0095】

さらに、前記伝達関数を所定のパラメータから検索自在に記憶するように構成したので、搭載車種が相違して摩擦係合要素が異なるときも、その摩擦係合要素の特性を測定して前記所定のパラメータの特性を設定し直すことで、同様の時間でシミュレートすることができて汎用性を向上させることができる。

【0096】

より具体的には、請求項2項にあっては、前記第2のモデルの伝達関数が、前記摩擦係合要素の挙動を測定して得た、前記供給指令値に応じて算出される出力が増加を開始する所定時間を含む如く構成したので、その時間はシミュレーション手段の出力の算出を不要とすることが可能となってシミュレーション手段の負荷を低減することができ、よってシミュレーション時間を効果的に短縮することができ、実際の変速状態にほぼ近い時間で実行することができる。

【0097】

請求項3項にあっては、前記第2のモデルが、前記供給油圧指令値が前記所定時間を超えたとき、所定値を出力する関数を備える如く構成したので、所定時間を容易に設定することができ、よってシミュレーション時間を効果的に短縮することができ、実際の変速状態にほぼ近い時間で実行することができる。

【0098】

請求項4項にあっては、前記所定のパラメータが、前記自動変速機の作動油温、前記摩擦係合要素の回転数、前記供給油圧指令値および変速インターバルの少なくともいずれかである如く構成したので、パラメータの特性を設定あるいは設定し直しが容易となって、汎用性を一層向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の一つの実施の形態に係る車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置を全体的に示す概略図である。

【図2】

図1に示す車両用自動変速機のスケルトン図である。

【図3】

図1に示す制御系設計ツールとECUとの双方通信を示す説明図である。

【図4】

図1に示す制御系設計ツールが算出して出力するON(係合)側の供給油圧指令値を示すタイム・チャートである。

【図5】

図1に示す制御系設計ツールが算出して出力するOFF(解放)側の供給油圧指令値を示すタイム・チャートである。

【図6】

図1の開発装置の動作を示すフロー・チャートである。

【図7】

図6フロー・チャートの処理で作成されるテスト用制御モデル(油圧回路設計モデル)を部分的に示す説明図である。

【図8】

図6フロー・チャートの処理で行われる実機テスト結果を示すデータ図である

【図9】

図6フロー・チャートの処理で作成される変速過渡シミュレーションモデル(第1のモデル)を示すブロック図である。

【図10】

図6フロー・チャートの処理の中の実機テスト解析処理における供給油圧指令値の入力条件を示すタイム・チャートである。

【図11】

図6フロー・チャートの処理の中の実機テスト解析処理における供給油圧指令

値の入力に応じたクラッチに生じであろう推定クラッチ実効圧などのテスト結果を示すデータ図である。

【図12】

図6フロー・チャートの処理の中の油圧伝達関数モデリングを説明する、クラッチのデッドボリューム内の作動油量の測定結果を示すデータ図である。

【図13】

図6フロー・チャートの処理の中の油圧伝達関数モデリングで作成される簡易油圧モデル（第2のモデル）を示すブロック図である。

【図14】

図13に示す簡易油圧モデルの伝達関数決定処理を示すサブルーチン・フロー・チャートである。

【図15】

図14フロー・チャートで使用する伝達関数（所定時間 α_1 ）のマップ特性を示す説明グラフである。

【図16】

図14フロー・チャートで使用する伝達関数（ゲイン α_2 ）のマップ特性を示す説明グラフである。

【図17】

図13ブロック図の中のブロックZ1の構成を示すブロック図である。

【図18】

図13ブロック図の中のブロックZ3の構成を示すブロック図である。

【図19】

図13ブロック図の中の乗算段Z4の構成を示すブロック図である。

【図20】

図13ブロック図の出力結果を示すデータ図である。

【図21】

図6フロー・チャートの処理で作成されるリアルタイム変速過渡シミュレーションモデル（第1のモデル）を示す、図9に類似したブロック図である。

【図22】

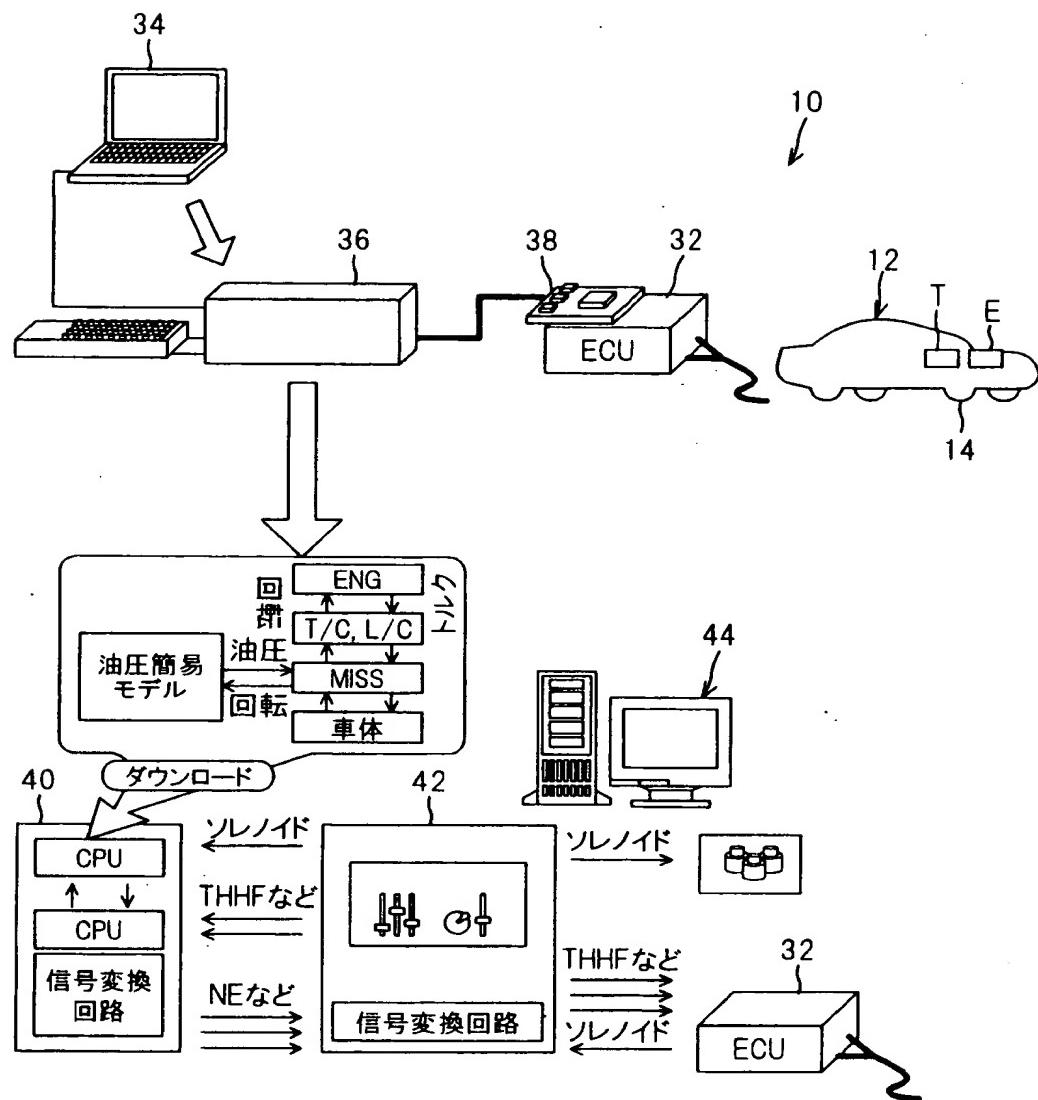
図6 フロー・チャートの処理の中のリアルタイムシミュレーションの結果を示すデータ図である。

【符号の説明】

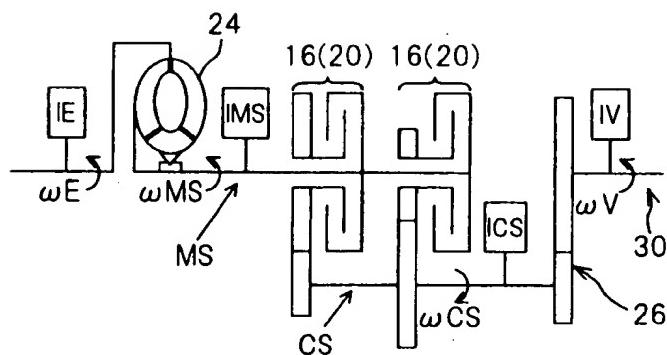
- E 内燃機関（エンジン）
- T 自動変速機（トランスミッション）
- 1 0 車両用自動変速機の制御装置の開発支援装置
- 1 2 車両
- 1 4 入出力インターフェース
- 2 0 クラッチ（摩擦係合要素。油圧アクチュエータ）
- 3 2 ECU（電子制御ユニット。制御装置）
- 3 4 制御系設計ツール
- 3 6 第1のシミュレータ
- 4 0 第2のシミュレータ
- 4 4 ホストコンピュータ
- 6 2 リニアソレノイド

【書類名】 図面

【図1】



【図2】



$$TE - TP - IE \cdot \dot{\omega}_E = 0 \quad (1)$$

$$TP = \tau \cdot ((\omega_E / 2\pi) \cdot 60 / 1000)^2 \quad (2)$$

$$TMS = k \cdot TP \quad (3)$$

$$TMS - TL - TH - IMS \cdot \dot{\omega}_{MS} = 0 \quad (4)$$

$$TCS - TL \cdot iL - TH \cdot iH + ICS \cdot \dot{\omega}_{CS} = 0 \quad (5)$$

$$TDS = TCS \cdot IF \quad (6)$$

$$TDS - TV - IDS \cdot \dot{\omega}_V = 0 \quad (7)$$

ICS: カウンタシャフト慣性モーメント

IE: エンジン慣性モーメント

IMS: メインシャフト慣性モーメント

IV: 車両慣性相当モーメント

IDS: ドライブシャフト慣性モーメント

IF: 最終減速ギヤ比

iH: 次段ギヤ比

iL: 前段ギヤ比

ω_{CS} : カウンタシャフト回転数

ω_E : エンジン回転数

ω_{MS} : メインシャフト回転数

ω_V : ドライブシャフト回転数

TCS: カウンタシャフトトルク

TE: エンジントルク

TH: 次段クラッチ伝達トルク

TMS: メインシャフトトルク

TL: 前段クラッチ伝達トルク

TP: トルクコンバータのポンプメンバトルク

TV: 走行抵抗

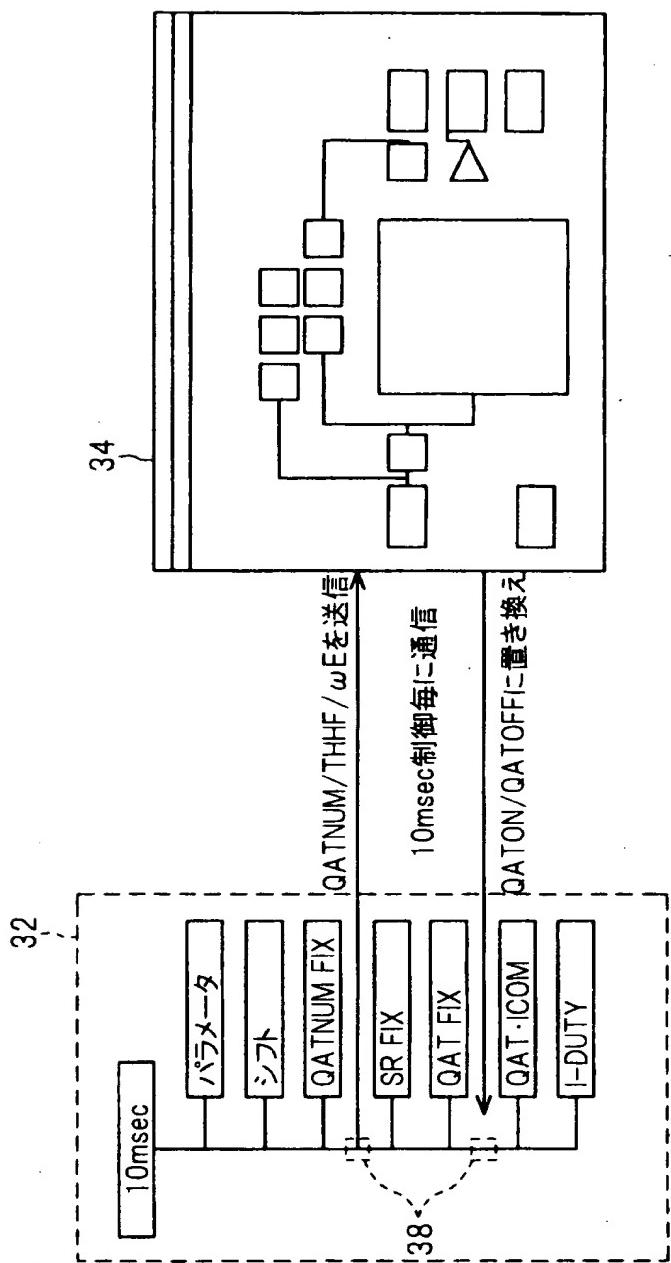
TDS: ドライブシャフトトルク

k: トルクコンバータのトルク比

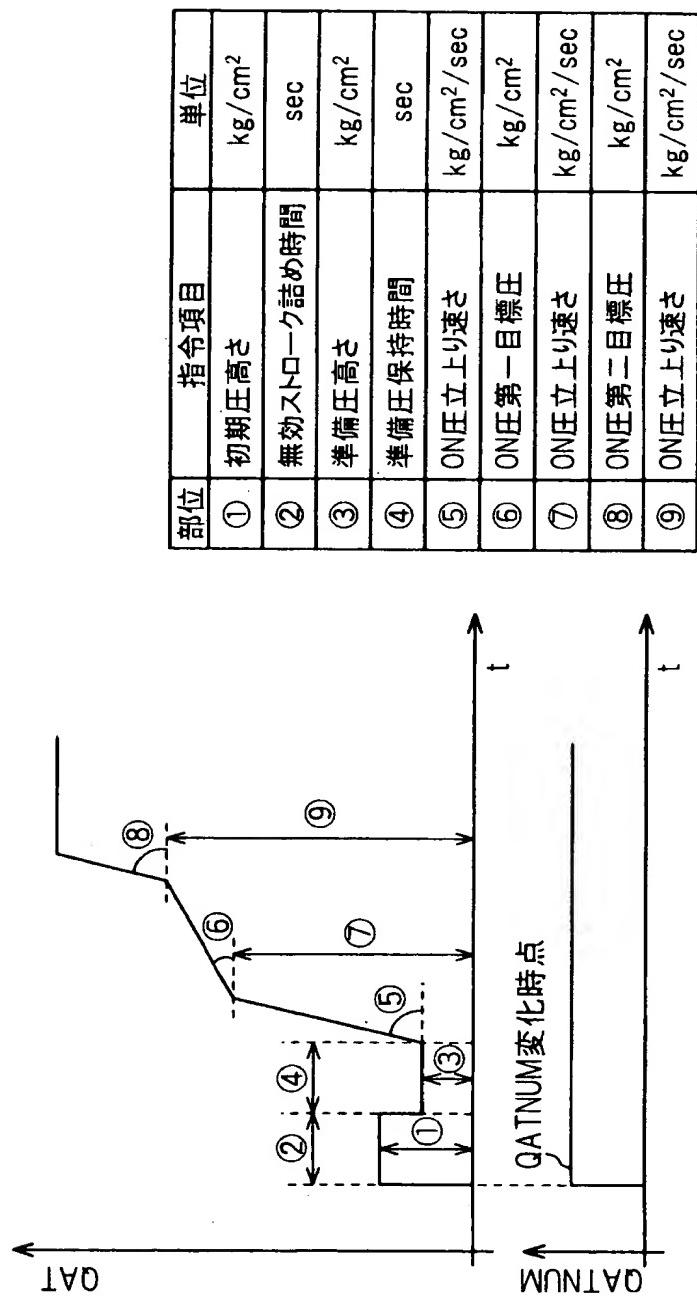
τ : トルクコンバータのポンプ吸収トルク容量係数

相	メインシャフトMS	カウンタシャフトCS
ロー・ギヤ駆動	$TMS = TL \quad (8)$	$TCS = TMS \cdot iL \quad (9)$
トルク相	$TMS = TH + TL \quad (10)$	$TCS = TMS \cdot iL - TH \cdot (iL - iH) \quad (11)$
イナーシャ相	$TMS = TH - IMS \cdot \dot{\omega}_{MS} \quad (12)$	$TCS = TH \cdot iH \quad (13)$
ハイ・ギヤ駆動	$TMS = TH \quad (14)$	$TCS = TMS \cdot iH \quad (15)$

【図3】

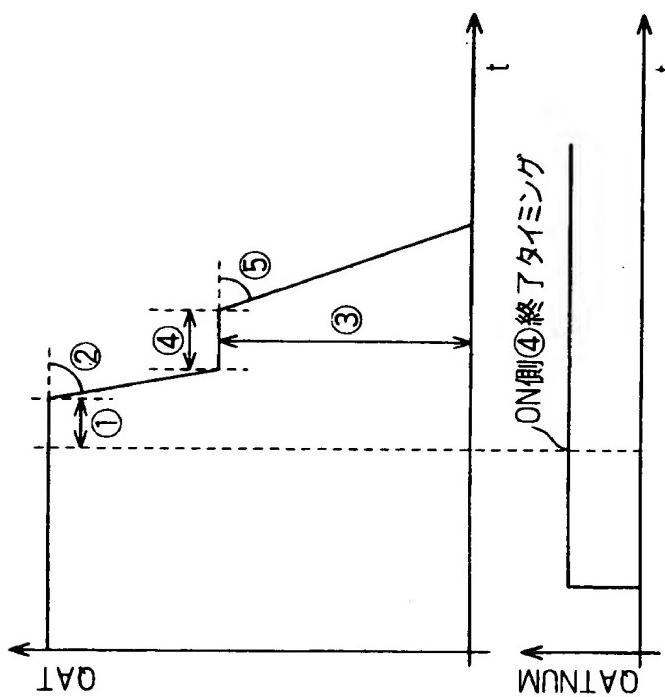


【図4】

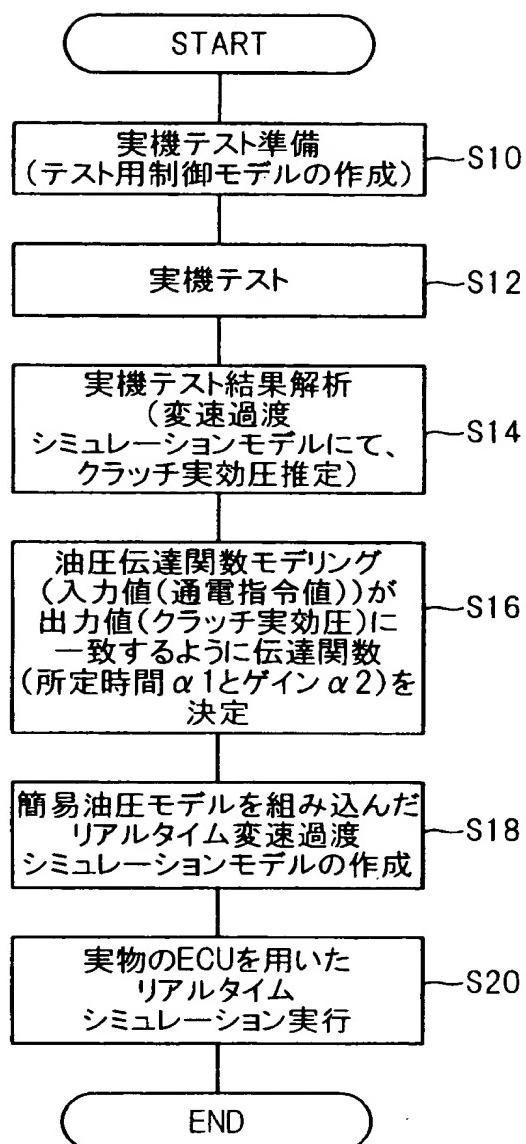


【図5】

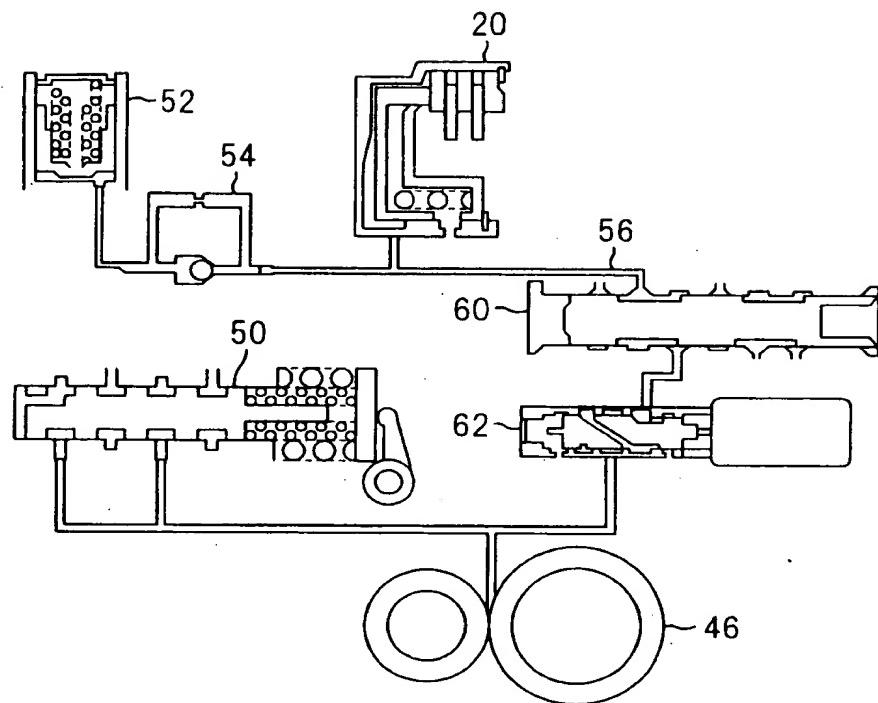
部位	指令項目	単位
①	OFF圧作動準備時間	sec
②	OFF圧切れ速さ	kg/cm ² /sec
③	OFF圧目標圧	kg/cm ²
④	OFF圧保持時間	sec
⑤	OFF圧切れ速さ	kg/cm ² /sec



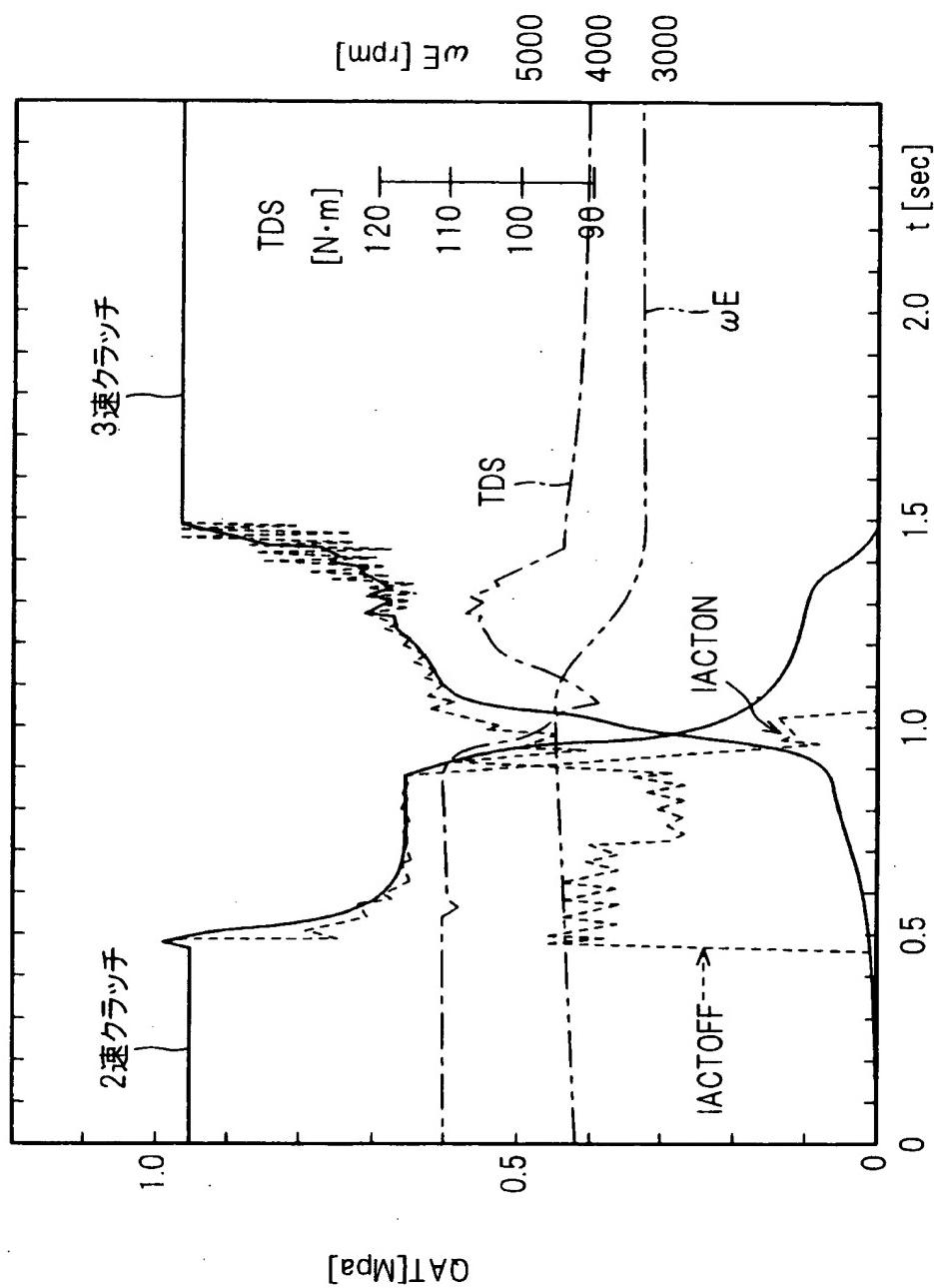
【図6】



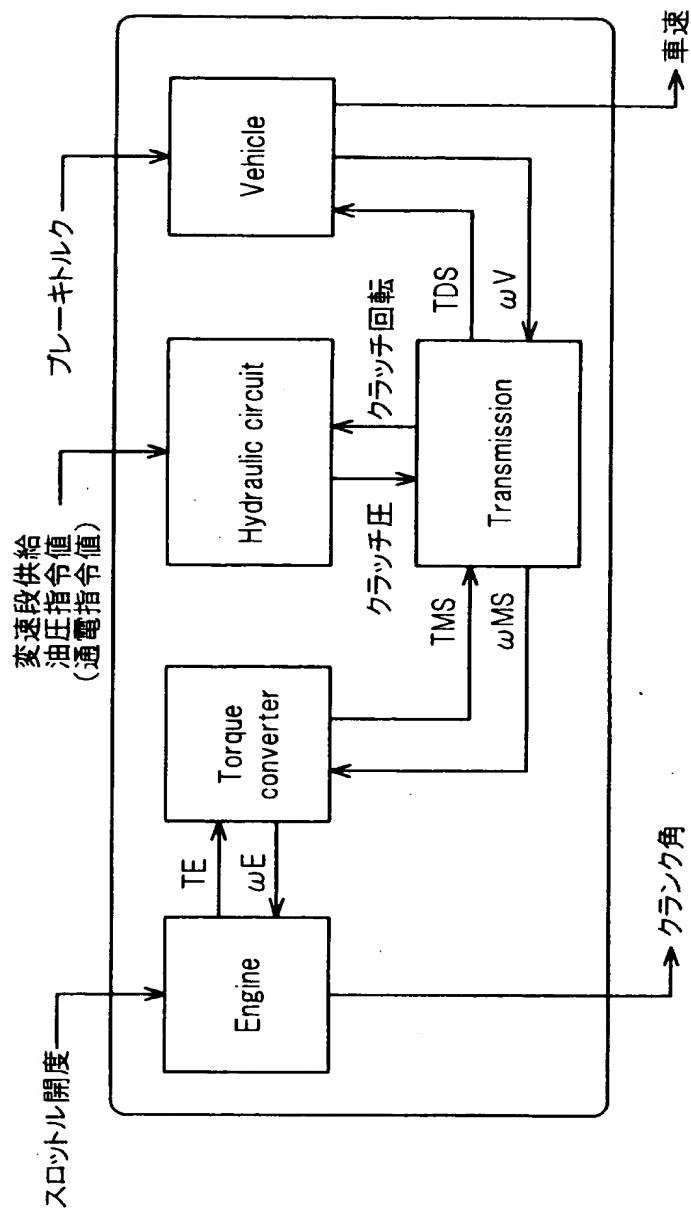
【図7】



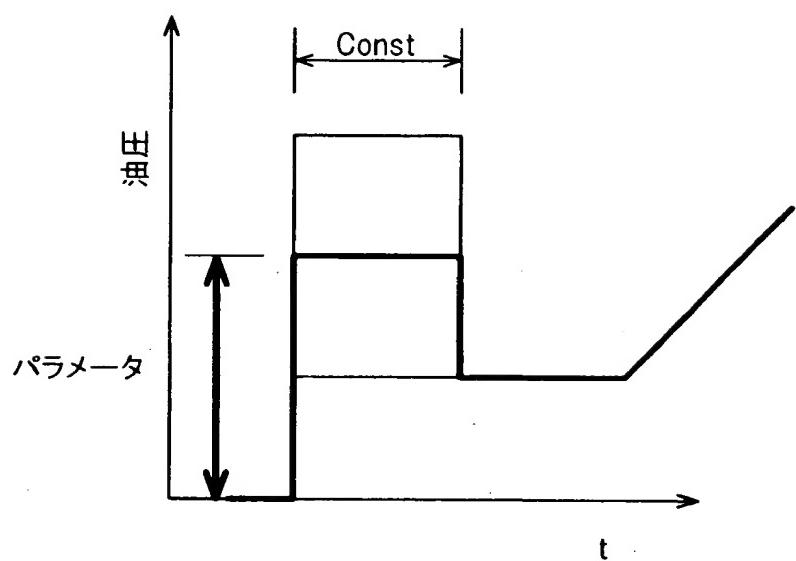
【図8】



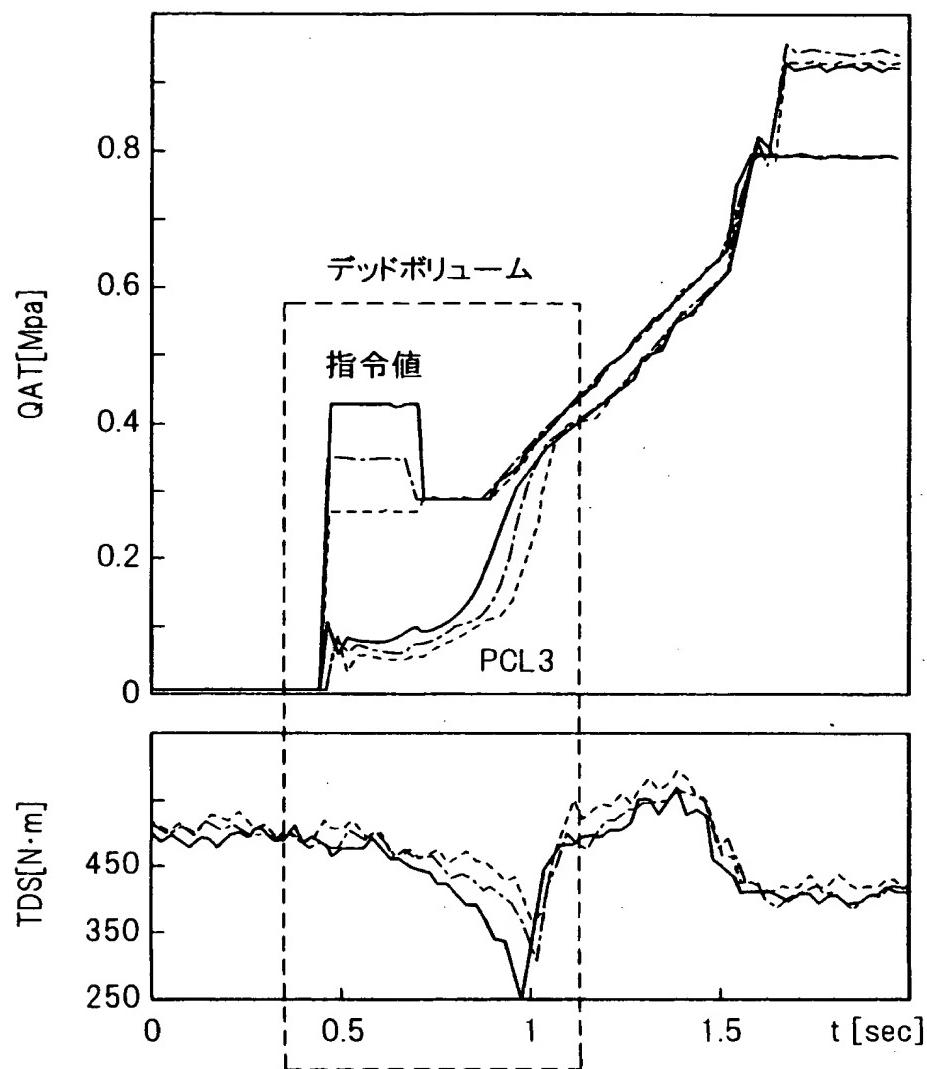
【図9】



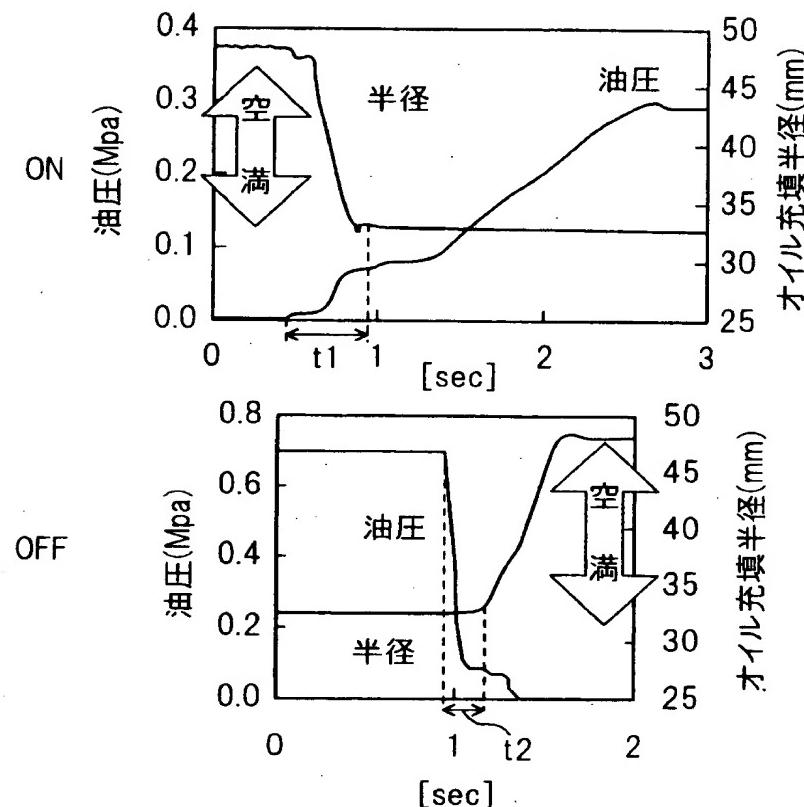
【図10】



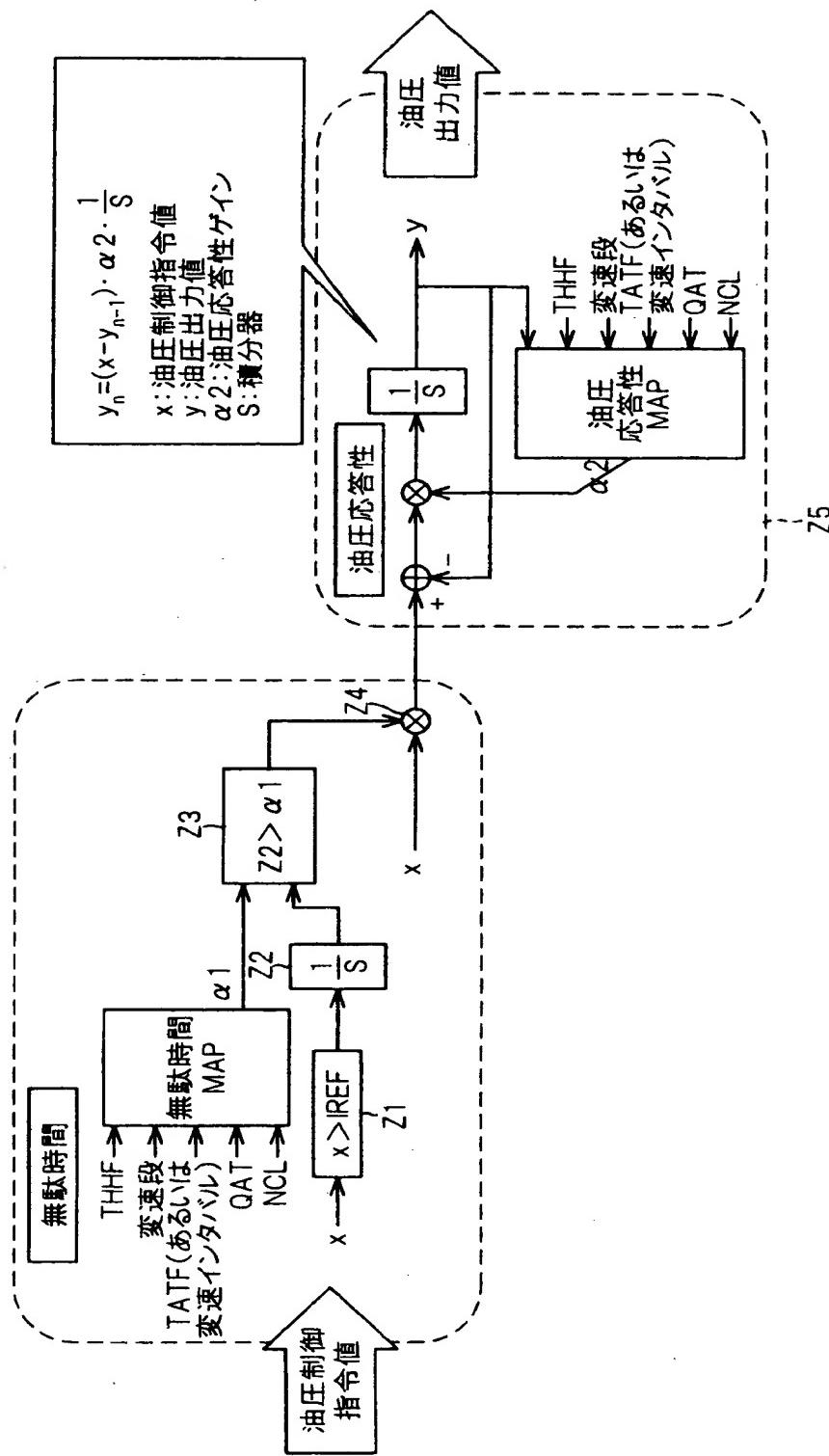
【図11】



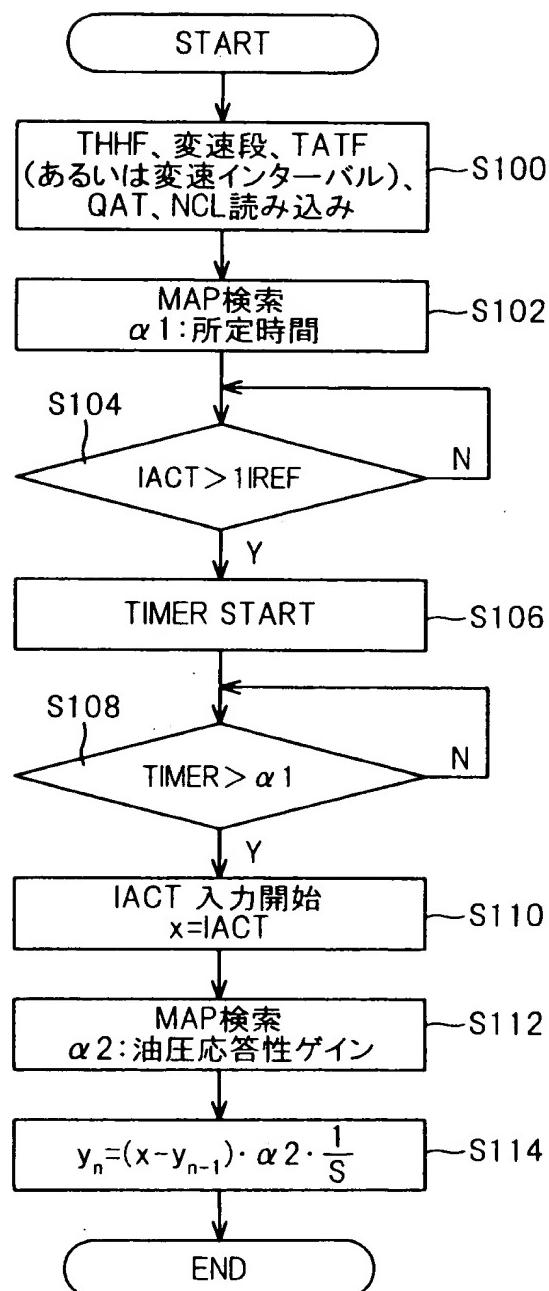
【図12】



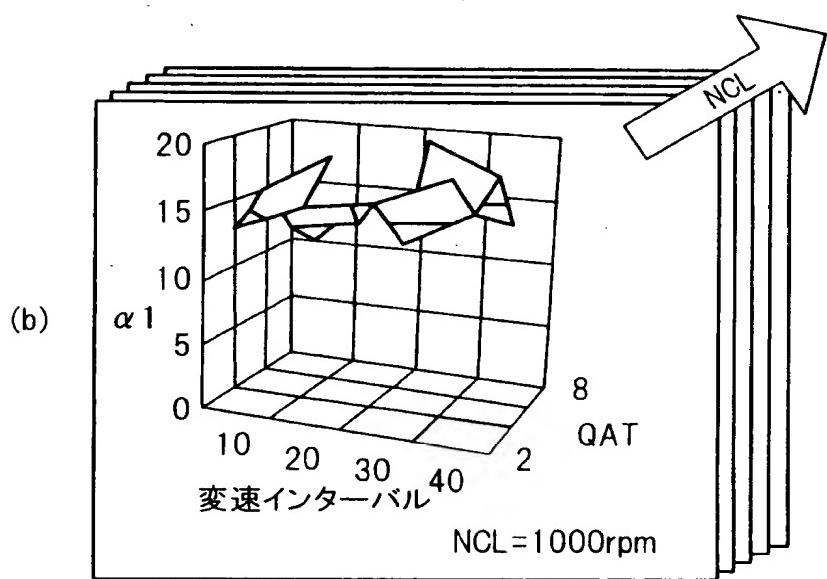
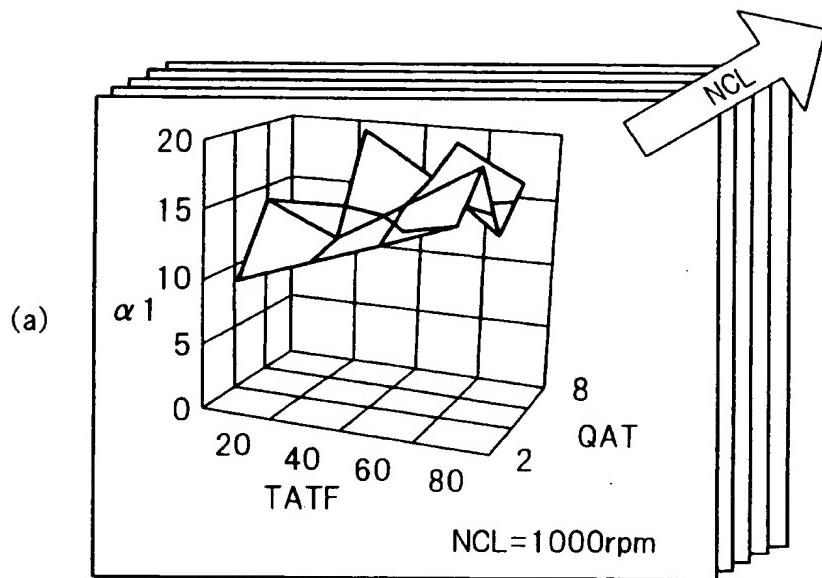
【図13】



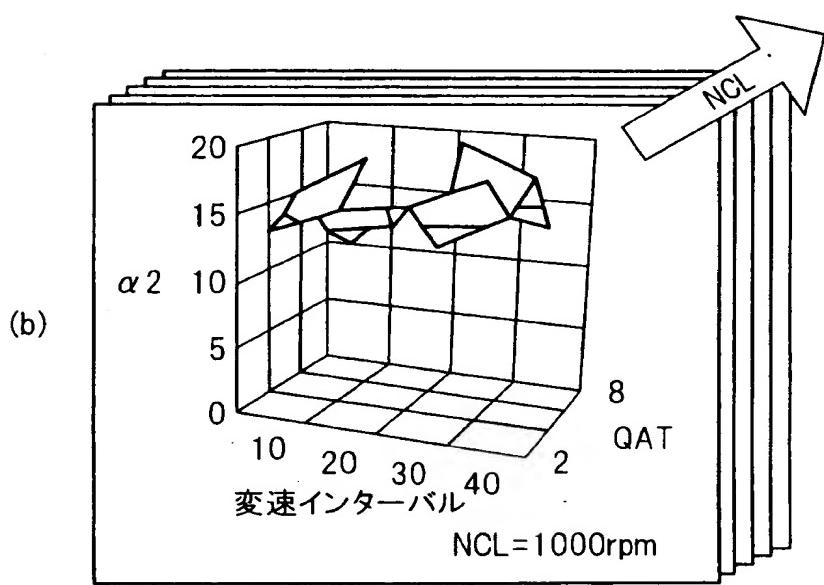
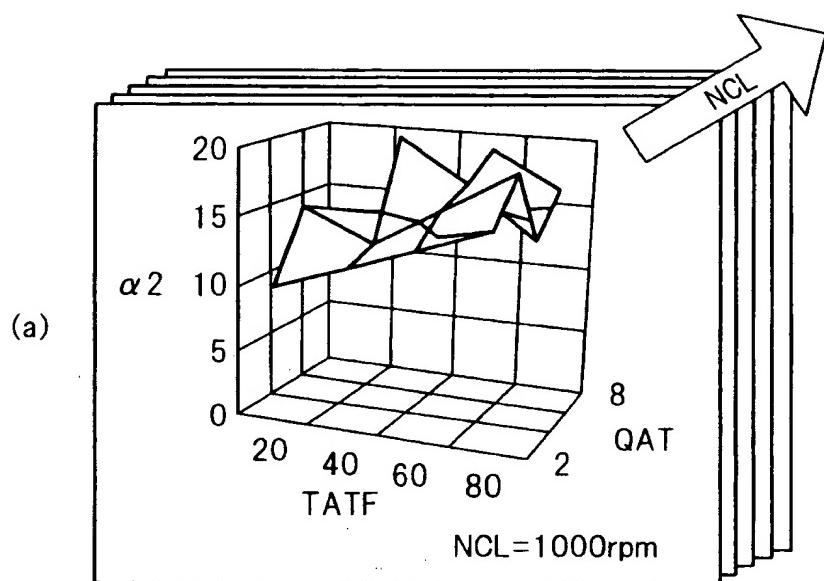
【図14】



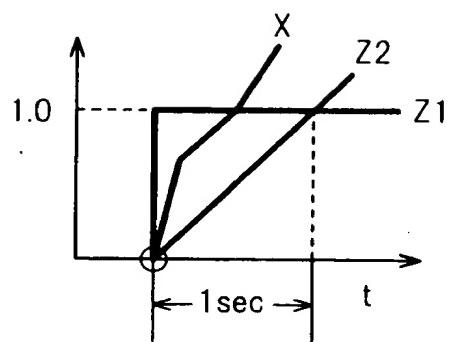
【図15】



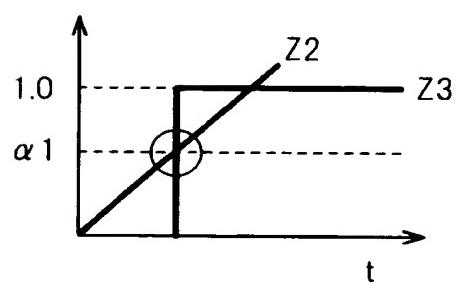
【図16】



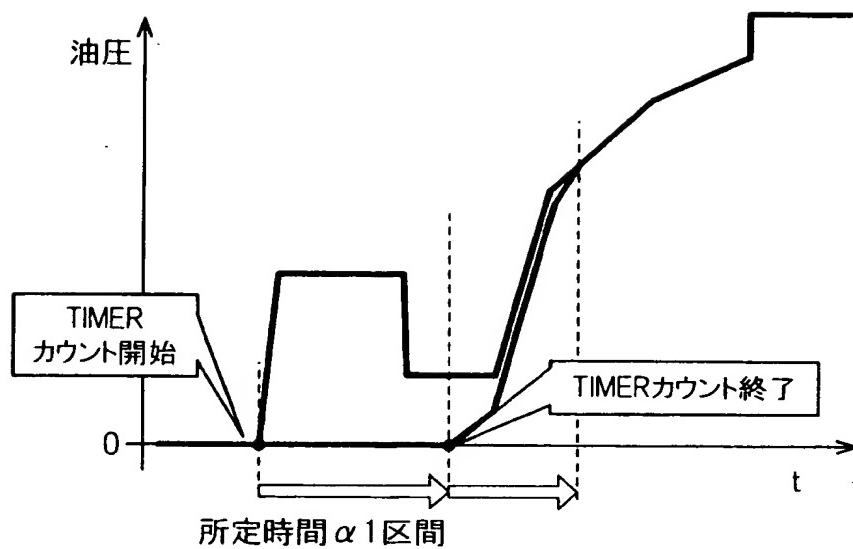
【図17】



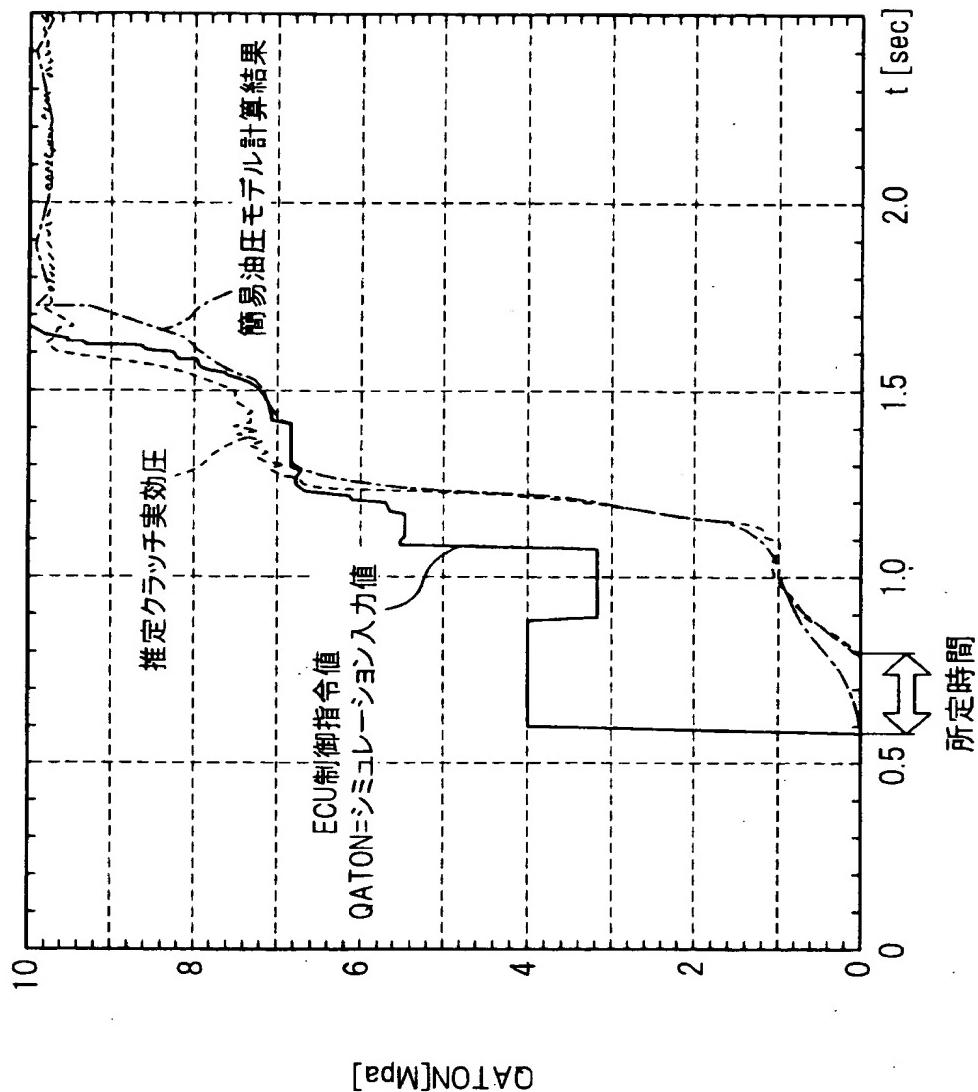
【図18】



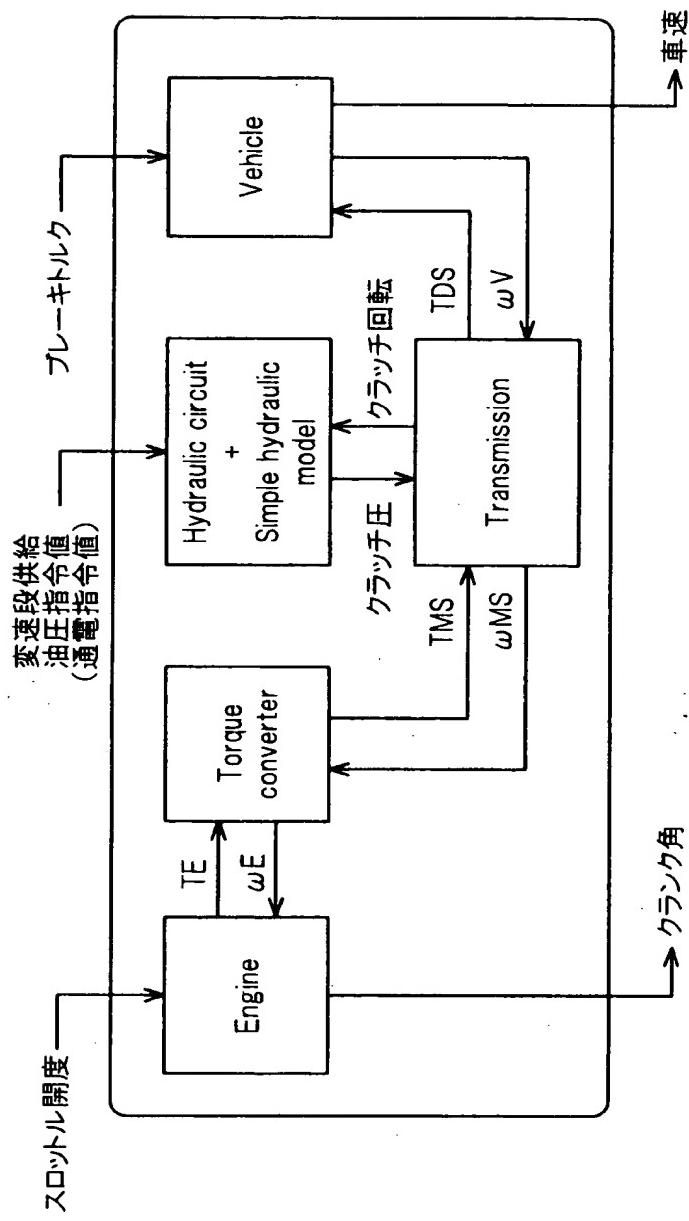
【図19】



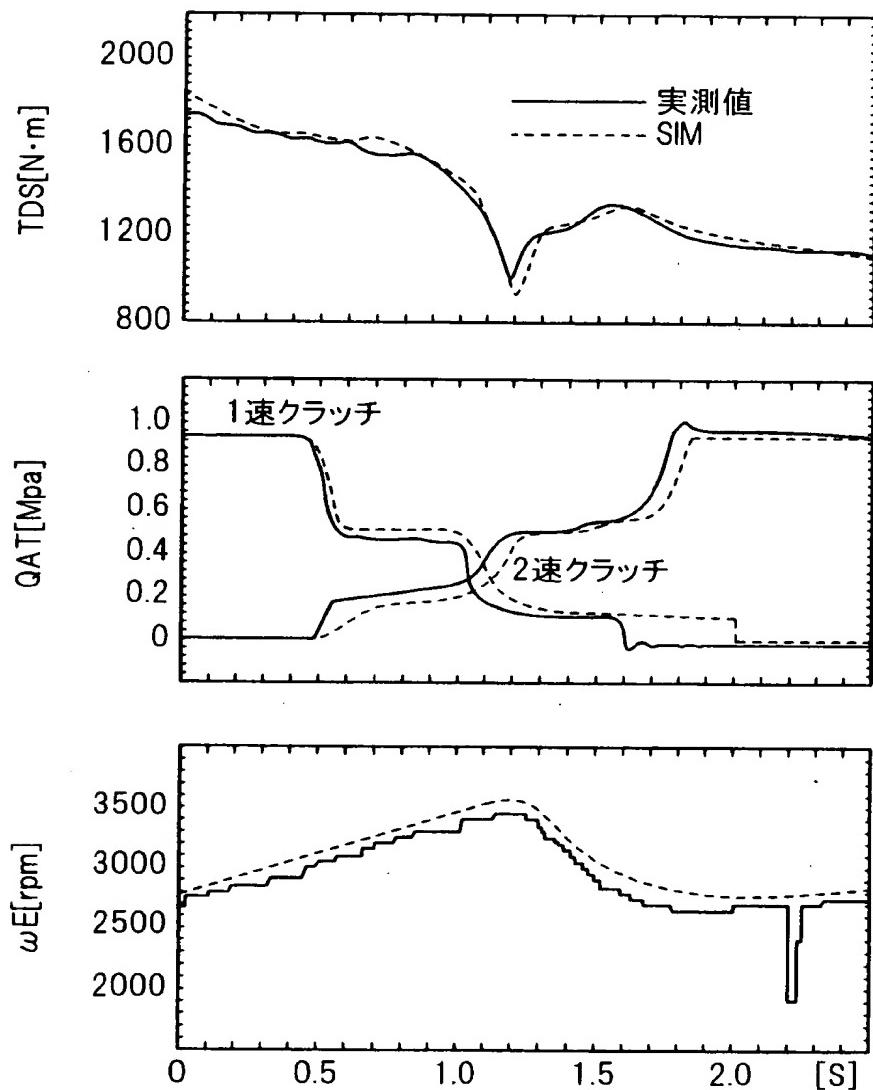
【図20】



【図21】



【図22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 変速制御アルゴリズムを実際の变速に近い時間でシミュレートして検証・評価すると共に、車種（クラッチ）が相違した場合も同様の時間でシミュレートすることができる汎用性の高い車両用自動变速機の制御装置の開発支援装置を提供する。

【解決手段】 変速ショックシミュレーションモデル（第1のモデル）でクラッチ実効圧を推定し（S10からS14）、簡易油圧モデル（第2のモデル）を作成すると共に、その出力が推定したクラッチ実効圧となるように、伝達関数（所定時間 α_1 およびゲイン α_2 ）を決定し（S16）、第1のモデルに第2のモデルを組み込んでなる第3のモデルを用いてリアルタイムシミュレーションを実行する（S18からS20）。

【選択図】 図6

出願人履歴情報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名 本田技研工業株式会社